

PC多径間連続ラーメン橋の構造上の工夫について

四国建設コンサルタント 法人会員 ○森 友哉 四国建設コンサルタント 正会員 久保 雅敬  
四国建設コンサルタント 法人会員 松田 吉則 四国建設コンサルタント 法人会員 森 成美

1. はじめに

多径間連続ラーメン構造の特徴として、高い耐震性能、伸縮装置数の減少・小型化による周辺環境への影響低減、支承基数の減少による維持管理性の向上、等が挙げられる。ただし、ラーメン構造による連続高架橋を採用する場合、下部構造・基礎構造への不静定力の影響が無視し得ないため、固定支間長に対して橋脚高が低い構造では適用が困難となる場合がある。

本稿では、採用に至った"6 径間連続ラーメン構造"を成立させるために行った、構造上の工夫と検討結果について記す。

2. 設計上の課題

橋脚高と固定支間長の関係は、これまでの実績により適用限界の指標<sup>1)</sup>が示されており、当該橋梁は適用限界に近い構造条件であった。(図-1 参照：グラフ内の実線がラーメン構造の推定限界線とされており、境界付近に位置する設計対象橋梁への適用可否について検討する必要があった)

ラーメン構造を採用することによる下部工、基礎工への作用力を軽減することが課題であった。

3. 解析モデルおよび構造諸元

本稿における高架橋の解析モデルを図-2,3 に、構造諸元を表-1 に示す。

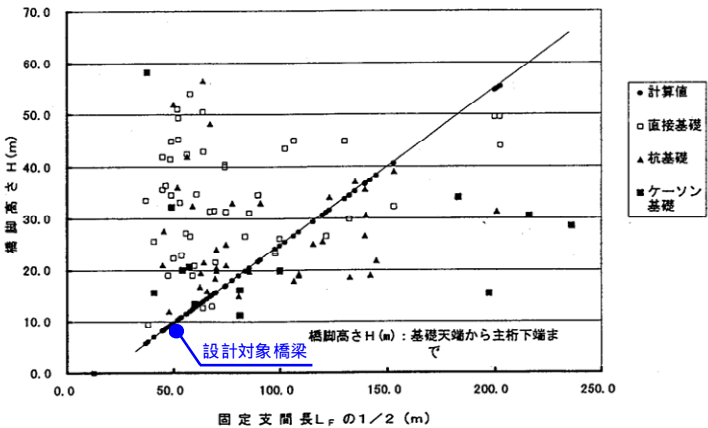


図-1 固定支間長と橋脚高さの関係

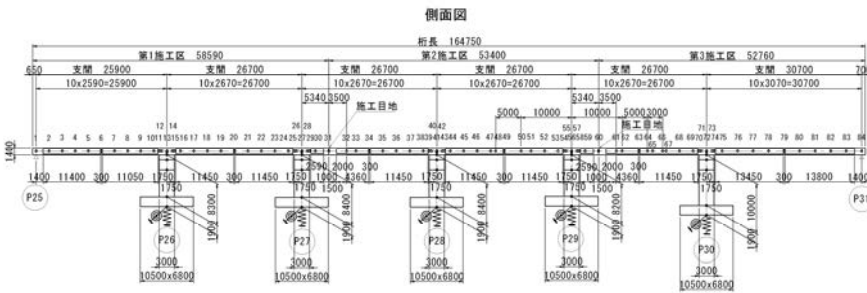


図-2 解析モデル(側面図)

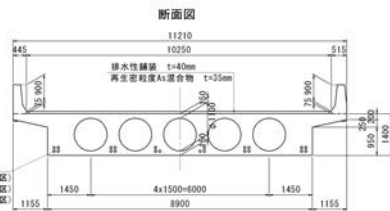


図-3 解析モデル(上部工断面図)

表-1 構造諸元

|      |                           |       |                             |
|------|---------------------------|-------|-----------------------------|
| 橋 長  | L=165.000m                | 上部工形式 | PC6径間連続ラーメン中空床版橋            |
| 桁 長  | L=164.750m                | 下部工形式 | 張出式橋脚                       |
| 支間長  | 25.9m + 26.7m × 4 + 30.7m | 基礎工形式 | 場所打杭基礎(杭長L=14.50m ~ 19.50m) |
| 幅員構成 | 総幅員11.210m(有効幅員10.5m)     | 橋の重要度 | B種の橋                        |
| 斜角   | θ=90°00'00"               | 地盤種別  | 種地盤                         |
| 平面線形 | R=3000.0m                 | 支持層   | 風化花崗岩(軟岩DM~DH級)             |
| 縦断勾配 | 1.1836%                   | 液状化   | 中間層で液状化有                    |
| 横断勾配 | i=2.0%                    | 適用道示  | 平成29年11月 道路橋示方書             |

4. 構造上の工夫と設計計算結果

ラーメン橋の応答変位と断面力の関係に着目し、橋軸方向の剛性が低い下部工・基礎工構造の採用が必要であると考えた。低橋脚は脚高に対する脚柱の剛性が高く、他の橋脚と比べて荷重分担が大きくなっていたため、ラーメン構造を採用するためには、高さの低い橋脚で生じる断面力を低減する必要があった。

上下部ラーメン構造の成立を目的として、以降に示す4案に対して検討を行った。

#### 4.1 材料の工夫

橋脚柱に高強度材料(コンクリート  $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ , 鉄筋 SD490)を使用し、柱断面を薄くすることで橋軸方向の剛性を低減させた案である。中間橋脚の柱断面を「(橋軸)2.0m×(直角)6.0m」と500mm 薄くでき、ラーメン構造が成立した。側径間(P26, P30 橋脚)における基礎工規模は、採用案に比べて大きくなるため、経済性に劣る結果となった。

#### 4.2 基礎構造の工夫

基礎構造を"場所打杭  $\phi 1500$ "から"鋼管ソイルセメント杭  $\phi 1200$ "に変更した案である。基礎工規模の縮減に伴い、拘束力が低減することでラーメン構造が成立した。場所打ち杭に比べ杭単価が高価であり、基礎工費が1.5倍程度かかることから経済性に劣る結果となった。

#### 4.3 支承構造の工夫(採用案)

不静定力が集中する P26 橋脚を可動支承構造とすることにより、固定支間長 LF を 106.800m から 80.100m と短縮した案である。本案で最も不静定力の集まる橋脚は P27 橋脚となり、柱基部の断面力が大幅に低減できる。橋軸方向地震時水平力については1基あたりの分担が大きくなるが、柱・基礎構造ともに永続作用時の荷重ケースによって決定されるため、問題にはならなかった。他案に比べ支承費用が生じるが、上下部剛結構造としている全橋脚で杭本数を6本に抑えることができ、基礎構造を含めたトータルコストで優位となるため、本案を採用した。

#### 4.4 下部工根入れの工夫

不静定力が集中する P26 橋脚の底版敷高を下げ、橋脚柱高を 8.3m から 10.1m に変更した案である。柱高を確保することにより、主桁の伸縮変形に対する変位を吸収し、柱基部の断面力を低減できるため、ラーメン構造が成立した。底版敷高を下げることに伴い、自立式土留めから切梁式土留め工に変更となるため、施工性・経済性に劣る結果となった。

#### 5. まとめ

(1) 橋脚高と固定支間長の関係に基づく"適用限界の指標"に示されるとおり、橋脚高が低く、固定支間長が長い橋梁では、多径間連続ラーメン構造の成立に工夫が必要となるケースが存在する。  
(2) 当該橋梁における基礎工規模は「永続作用時の安定計算」により決定されるものであった。中間橋脚に可動支承を採用することにより、固定支間長を短くすることで確実にラーメン構造を成立させることができた。

#### 6. 参考文献

1) 財団法人 高速道路調査会:「平成7年度 PC 橋の新しい構造事例に関する調査研究 —PC 多径間連続橋に関する調査研究—」平成8年3月

表-2 工夫無し(計算上OUT)

| 検討CASE          | ベース案                                        |
|-----------------|---------------------------------------------|
| 橋脚柱断面           |                                             |
| 杭配置             |                                             |
| P26橋脚<br>柱基部断面力 | 水平力H= 5591.24 kN<br>曲げモーメントM= 48662.41 kN・m |

表-3 材料の工夫

| 検討CASE          | $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ , SD490       |
|-----------------|---------------------------------------------|
| 橋脚柱断面           |                                             |
| P26橋脚<br>柱基部断面力 | 水平力H= 4385.47 kN<br>曲げモーメントM= 35158.58 kN・m |

表-4 基礎構造の工夫

| 検討CASE          | 鋼管ソイルセメント杭 $\phi 1200$                      |
|-----------------|---------------------------------------------|
| 杭配置             |                                             |
| P26橋脚<br>柱基部断面力 | 水平力H= 3176.12 kN<br>曲げモーメントM= 26251.80 kN・m |

表-5 支承構造の工夫

| 検討CASE            | P26橋脚可動支承                                   |
|-------------------|---------------------------------------------|
| 固定支間長と<br>橋脚高さの関係 |                                             |
| P30橋脚<br>柱基部断面力   | 水平力H= 2083.03 kN<br>曲げモーメントM= 17785.67 kN・m |

表-6 下部工根入れの工夫

| 検討CASE            | 橋脚柱高H=10.100m                               |
|-------------------|---------------------------------------------|
| 固定支間長と<br>橋脚高さの関係 |                                             |
| P26橋脚<br>柱基部断面力   | 水平力H= 4630.26 kN<br>曲げモーメントM= 46008.93 kN・m |